



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## **PRŮMYSLOVÁ BUDOVA**

INDUSTRIAL BUILDING

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**VOJTĚCH MICHÁLEK**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. KAREL SÝKORA**

BRNO 2013



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Vojtěch Michálek

Název Průmyslová budova

Vedoucí bakalářské práce Ing. Karel Sýkora

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2012

Datum odevzdání bakalářské práce 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

*M. Karmazinová*  
doc. Ing. Marcela Karmazinová, CSc.  
Vedoucí ústavu



*R. Drochytka*  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT



### Podklady a literatura

1. Prostorové uspořádání haly.
2. ČSN EN 1993 (731401), Navrhování ocelových konstrukcí.
3. Literatura podle doporučení vedoucího bakalářské práce.
4. Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice, podle doporučení vedoucího bakalářské práce.

### Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Vypracujte návrh nosné ocelové konstrukce jednolodní průmyslové haly v souladu s prostorovým uspořádáním objektu o rozpětí 30 m, délky 63 m a výšce odpovídající skladebné výšce konzoly 9,3 m.

V hale uvažujte dva mostové jeřáby o nosnosti 50t a 32t.

Konstrukci navrhnete pro oblast Brno.

Předepsané přílohy:

1. Technická zpráva obsahující základní charakteristiky navržené konstrukce, požadavky na materiál, spojovací prostředky, montáž a ochranu.
2. Statický výpočet hlavních nosných prvků a částí konstrukce.
3. Výkresová dokumentace obsahující zejména dispoziční výkres, výkres vybraných konstrukčních dílců, charakteristické detaily podle pokynů vedoucího bakalářské práce.
4. Orientační výkaz spotřeby materiálu.

### Struktura bakalářské/díplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

  
Ing. Karel Sýkora  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

V bakalářské práci je vypracován návrh nosné ocelové konstrukce průmyslové haly o půdorysných rozměrech 30x63 m, maximální výškou 17,300m, pro oblast Brno. Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny hlavní nosné konstrukční prvky jako zavěšená vaznice, příhradový vazník, ztužidla, plnostěnné sloupy, které s vazníkem tvoří příčnou vazbu, dále patka a jeřábová dráha. Součástí práce je výkaz materiálu a výkresová dokumentace skládající se z dispozičního výkresu, příčných řezu, výrobního výkresu vazníku a vybraných detailů.

## **Klíčová slova**

nosná ocelová konstrukce, průmyslová hala, zavěšená vaznice, vazník, jeřábová dráha, ztužidlo, zatížení, posouzení, dimenzování, sloup, patka

## **Abstract**

In the bachelor thesis a project for steel construction of an industrial hall in Brno area is developed. The extent of the ground plan of the hall is 30x63m with maximum height of 17,300m. The main load-bearing structural elements such as suspended purlin, truss bond timber, noggin pieces, solid-poles forming a cross linking with the bond timber, base and crane runway, are designed and considered in the static calculation. The statement of material and design documentation consisting of the design, cross-section, production drawing of a bond timber and selected details are part of the thesis.

## **Keywords**

steel construction, industrial hall, suspended purlin, truss bond timber, noggin pieces, solid-poles forming, cross linking with the bond timber, crane runway

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22.5.2013

.....  
podpis autora  
Vojtěch Michálek

### **Bibliografická citace VŠKP**

MICHÁLEK, Vojtěch. *Průmyslová budova*. Brno, 2013. 7 s., 95 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Karel Sýkora.

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Karlu Sýkorovi za odborné rady, trpělivost a vstřícnost při konzultacích.

Poděkování patří také mým nejbližším, jak celé rodině, tak Tereze Poláčkové, díky jejichž podpoře jsem mohl studovat dosavadní čtyři roky na Fakultě stavební.

# **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22.5.2013

.....  
podpis autora  
Vojtěch Michálek





## POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

**Vedoucí práce** Ing. Karel Sýkora  
**Autor práce** Vojtěch Michálek

**Škola** Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta** Stavební  
**Ústav** Ústav kovových a dřevěných konstrukcí  
**Studijní obor** 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby  
**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství

**Název práce** Průmyslová budova

**Název práce v anglickém jazyce** Industrial building

**Typ práce** Bakalářská práce

**Přidělovaný titul** Bc.

**Jazyk práce** Čeština

**Datový formát elektronické verze**

**Anotace práce** V bakalářské práci je vypracován návrh nosné ocelové konstrukce průmyslové haly o půdorysných rozměrech 30x63 m, maximální výškou 17,300m, pro oblast Brno. Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny hlavní nosné konstrukční prvky jako zavěšená vaznice, příhradový vazník, ztužidla, plnostěnné sloupy, které s vazníkem tvoří příčnou vazbu, dále patka a jeřábová dráha. Součástí práce je výkaz materiálu a výkresová dokumentace skládající se z dispozičního výkresu, příčných řezu, výrobního výkresu vazníku a vybraných detailů.

**Anotace práce v anglickém jazyce** In the bachelor thesis a project for steel construction of an industrial hall in Brno area is developed. The extent of the ground plan of the hall is 30x63m with maximum height of 17,300m. The main load-bearing structural elements such as suspended purlin, truss bond timber, noggin pieces, solid-poles forming a cross linking with the bond timber, base and crane runway, are designed and considered in the static calculation. The statement of material and design documentation consisting of the design, cross-section, production drawing of a bond timber and selected details are part of the thesis.

**Klíčová slova** nosná ocelová konstrukce, průmyslová hala, zavěšená vaznice, vazník, jeřábová

**Klíčová slova v  
anglickém  
jazyce**

dráha, ztužidlo, zatížení, posouzení, dimenzování, sloup, patka

steel construction, industrial hall, suspended purlin, truss bond timber, noggin  
pieces, solid-poles forming, cross linking with the bond timber, crane runway



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH  
KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

PRŮMYSLOVA HALA  
INDUSTRIAL HALL

TECHNICKÁ ZPRÁVA  
TECHNICAL DOCUMENTATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

VOJTĚCH MICHÁLEK

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. KAREL SÝKORA

BRNO 2013

## Obsah

1.	Úvod .....	13
2.	Konstrukční systém.....	13
3.	Vazník .....	13
4.	Vaznice.....	14
5.	Závěs vaznice .....	14
6.	Čelní stěna .....	14
7.	Příčné ztužidlo .....	14
8.	Sloup.....	14
9.	Jeřábová dráha .....	15
10.	Střešní plášť .....	15
11.	Obvodový plášť.....	15
12.	Ochrana proti korozi .....	15
13.	Montáž .....	15
14.	Použitá literatura.....	16

# 1. Úvod

Průmyslová hala bude využívána pro jedno z těžších odvětví průmyslu. Parametry průmyslové haly umožňují zvedání a přemísťování značně těžkých břemen. V hale jsou navrženy dva mostové jeřáby o nosnostech 50/12,5t a 32/8t. Prosvětlení bude zajištěno světlíky, které jsou tvořeny ze šikmých závěsů vaznic pokrytých polykarbonátovými deskami.

## 2. Konstrukční systém

Hlavní příčnou vazbu tvoří dvojklobový rám. Příčel rámu tvoří příhradový vazník o osově vzdálenosti pásu 2,500 m. Podélná vzdálenost vazníků je 9,000 m.

Vazníky jsou spojeny zavěšenými vaznicemi z válcovaných profilů s vyložením závěsu 2,500 m. Vaznice a závěsy jsou uloženy kloubově. V rovině střechy jsou umístěna táhla, která zkracují vzpěrné délky pro klopení a přenáší síly v rovině střechy do okapové ztužidla a vrcholové vaznice.

Příčná ztužidla jsou umístěna symetricky ve druhém a šestém poli. Funkci podélného ztužidla plní zavěšené vaznice, které zároveň zajišťují polohu vazníku při montáži. Uložení vazníku je pomocí čepového spoje.

Čelní stěna je tvořena sloupky z členěných prutů, které jsou připojeny na vaznice a kloubově připojenými paždíky.

Na všechny prvky byla použita konstrukční ocel S355.

## 3. Vazník

Hlavní příčná vazba je navržena jako dvouklobový rám o osově vzdálenosti 30,000 m. Pásky vazníku jsou rovnoběžné se sklonem  $5,71^\circ$  a osově vzdálenosti 2,500 m. Horní pás tvoří dvojice úhelníků L 200/100/12. Rámové spojky jsou navrženy ve třetinách rozpětí jednotlivých polí vazníku a mají dostatečnou smykovou tuhost. Svislice jsou tvořeny dvojicí úhelníků L 65/50/5, rámové spojky jsou také umístěny ve třetinách délky svislice. Tažené a méně namáhané diagonály tvoří dvojice úhelníků L 65/50/8. Rámové spojky jsou umístěny ve třetinách prvku. Tlačená diagonála je navržena z dvojice úhelníků L 100/75/11. Rámové spojky jsou taktéž navrženy ve třetina délky diagonály. Spoje vazníku jsou navrženy jako svarové, s výjimkou montážních spojů, které jsou navrženy jako šroubové. Vazník je z důvodů převozních a montážních složen z pěti dílčích částí, které budou smontovány v jeden celek až na místě montáže.

Protože podélné ztužení konstrukce je tvořeno zavěšenými vaznicemi, je vzpěrná délka pásových prutů vazníku pro vybočení z jeho roviny dána vzdáleností styčníků.

## 4. Vaznice

Příčné vazby jsou spojeny zavěšenými vaznicemi, které jsou situovány kolmo k rovině střechy. Vaznice ve středních polích tvoří válcované profily IPE 180 o teoretické délce 9,000 m a jsou uloženy kloubově. Zavěšeny jsou ve vzdálenosti 2,500 m od osy vazníku. V krajních polích haly jsou vaznice navrženy z válcovaných profilů IPE 220 z důvodu většího namáhání ohybovým momentem.

Pro eliminaci ohybového momentu na vaznicích v rovině střechy a pro zajištění stability vaznice proti klopení a vybočení v rovině střechy (v měkké rovině setrvačnosti), je v rovině střechy umístěno táhlo z kruhové oceli. Táhlo je umístěno uprostřed rozpětí vaznice, čímž stabilizuje polohu vaznic během montáže. Táhlo přenáší namáhání v rovině střechy a stabilitní síly z vaznic do vrcholové vaznice a okapového ztužidla. V místě zavěšení vaznice jsou navrženy úhelníky L 75/75/7, které slouží pro stabilizaci vaznic a konstrukčně vymezují světlíky.

Byl zpracován výrobní výkres vazníku příčné vazby 4.

## 5. Závěs vaznice

Závěsy vaznic jsou provedeny z dvojice úhelníků L 100/65/8. Jsou kloubově připojeny k vazníku i k vaznici. Závěsy umožňují také stabilizaci horního pásu vazníku.

## 6. Čelní stěna

Sloupky čelní stěny jsou provedeny ze složených prutů a konkrétně dvou profilů U 200 spojených rámovými spojkami 150x250 mm. Vzdálenost spojek je 1 m.

Vzdálenost paždíků je 3,000 m a jsou tvořeny profilem HEB 120. Paždíky jsou kloubově upevněny na sloupky.

## 7. Příčné ztužidlo

Příčné ztužidlo konstrukce je provedeno jako polopříčková soustava. Ztužidla jsou umístěna ve druhém a šestém poli konstrukce. Jsou tvořena úhelníkovými profily L 140/13.

## 8. Sloup

Sloupy jsou řešeny jako vetknuté v rovině příčné vazby a kloubově uložené z roviny příčné vazby. Průřez je rozdělen na dřík a špičku. Dřík sloupu je 9,300 m vysoký a na něj navazuje špička

7,000 m. Průřez dřívku tvoří HEA 800. Průřez špičky tvoří profil HEA 400, na které je kloubově uložen vazník pomocí čepového spoje o průměru 65 mm a délky 100 mm.

## 9. Jeřábová dráha

V průmyslové hale jsou umístěny dva mostové jeřáby o nosnostech 50/12,5 t a 32/8 t. Osová vzdálenost kolejnic je 28,500 m. Jeřábová dráha je umístěna ve výšce 10,400 m. V hale je zajištěn dostatečný projezdový profil jeřábu. Délka jednotlivých polí je dána vzdáleností příčných vazeb 9,000 m. Jednotlivá pole jsou navržena jako prosté nosníky, a to z důvodu montáže a případné horizontální nebo vertikální rektifikace jeřábové dráhy.

Hlavní nosník je navržen jako svařovaný o výšce 1,000 m. Na hlavním nosníku je upevněna čtvercová kolejnice 100x100 mm.

### 10. Střešní plášť

Střešní plášť je tvořen střešními panely Kingspan KS1000FF o tloušťce 120 mm. V konstrukci byl zajištěn dostatečný sklon pro střešní panely a to 10 %. Na světlicích jsou navrženy polykarbonátové desky Akyver 7W12 o tloušťce 30 mm. Na jižních stranách světlíku jsou dále umístěny fotovoltaické panely Avanais Power max 125.

### 11. Obvodový plášť

Obvodový plášť je tvořen stěnovými panely Kingspan o tloušťce 100 mm.

### 12. Ochrana proti korozi

Konstrukce je opatřena základním nátěrem S2146 a venkovním nátěrem S 2013.

### 13. Montáž

Nejprve budou umístěny a upevněny sloupy příčné vazby 2 poté bude osazen vazník 2, který bude provizorně zavětrován. Dále se umístí a upevní příčna vazba 3, která se spojí vaznicemi a příčnými ztužidly s vazbou 2. Po spojení vazby 2 a 3 se demontuje provizorní zavětrování. Poté se již postupně budou připojovat jednotlivé vazby pomocí zavěšených vaznic.

## 14. Použitá literatura

1. ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí:
2. ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
3. ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
4. ČSN 01 4833 Výkresy kovových konstrukcí
5. Josef Macháček, Tomáš Vraný, František Wald, Zdeněk Sokol – Navrhování ocelových konstrukcí podle ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8 Komentáře a příklady.
6. Melcher J., Straka B., Kovové konstrukce – Konstrukce průmyslových budov; SNTL Praha, 1985
7. Ing. Karel Sýkora – Kovové a dřevěné konstrukce – Modul B007 – M01 – Kovové konstrukce průmyslových hal a vícepodlažní budovy s ocelovou kostrou
8. Spoje ocelových konstrukcí, Svarové spoje, Koutový svar, dostupné z [www.ocel.wz.cz](http://www.ocel.wz.cz)
9. Milan Pilgr - Kovové konstrukce - Výpočet jeřábové dráhy pro mostové jeřáby podle ČSN EN 1991-3 a ČSN EN 1993-6